

PENAMBAHAN SERBUK TULANG SAPI TERHADAP KEKUATAN DAN STRUKTUR MIKRO GIGI PENGGANTI

Zulkarnain, Gunawarman, Jon Affi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Padang, 25163

zulraz63@yahoo.co.id

Abstract: Addition of cow's bone powder on strength and structure of micro teeth replacement.

Teeth is one of the body organs that functions to process food. Loss of teeth resulting in impaired function of the mouth organ, as a result one could lose confidence. To restore the function of the teeth are missing or damaged for adults can only be replaced with dentures. Problem in the manufacture of dentures is the price of raw materials is relatively expensive because all the ingredients are imported. As a result, more patients tend not to use this expensive dentures. The purpose of this study, is to make denture from local materials. Local dental material is made by processing cow's bone powder to obtain soft powder grade bone hidroxiapatite (HA) high. As an initial step, the soft powder is HA from cow bones have been mixed with commercial denture materials as bovine bone powder has characteristics matching the characteristics of a natural tooth. Local cow's bones have been processed by a series of mechanical processes into the bone powder. Bones crushed, sieved, calcined in a furnace at 720°C to 800°C of temperature several times. The powder is next on characterization using SEM and EDX. The characterization's result indicates an increase in the quantity of calcium and phosphorus for each process. This was followed by a decrease in the quantity of oxygen every time the calcination process. The size of particle powders were increasing as duration of the grinding process and a calcination process.

Keywords: Characterization, hydroxyapatite, bone, powder, teeth

Abstrak: Penambahan serbuk tulang sapi terhadap kekuatan dan struktur mikro gigi pengganti.

Gigii merupakan salah satu organ tubuh yang berfungsi mengolah makanan. Kehilangan gigi mengakibatkan fungsi organ mulut terganggu, akibatnya seseorang bisa kehilangan rasa percaya diri. Untuk mengembalikan fungsi gigi yang hilang atau rusak bagi orang dewasa hanya bisa diganti dengan gigi tiruan. Pemasalahan utama dalam pembuatan gigi tiruan adalah harga bahan baku yang relatif mahal karena semua bahan adalah hasil impor. Akibatnya, pasien lebih cenderung untuk tidak menggunakan gigi tiruan yang mahal ini. Tujuan penelitian ini, tmembuat gigi tiruan dari bahan lokal. Bahan gigi lokal dibuat dengan melakukan proses pengolahan serbuk tulang sapi untuk mendapatkan serbuk halus tulang berkadar hidroxiapatite (HA) yang tinggi. Sebagai tahap awal, serbuk halus ini HA dari tulang sapi ini telah dicampurkan dengan bahan gigi tiruan komersil karena serbuk tulang sapi mempunyai karakteristik menyamai karateristik gigi asli. Tulang sapi lokal telah diproses dengan serangkaian proses mekanik menjadi serbuk tulang. Tulang dihaluskan, diayak, dikalsinasi pada tungku dengan tempertur 720°C hingga 800°C beberapa kali. Serbuk ini selanjutnya dikarakterisasi menggunakan SEM dan EDX. Hasil karakterisasi menunjukkan peningkatan jumlah kuantitas kalsium dan pospor untuk setiap proses. Hal ini diikuti dengan penurunan jumlah kuantitas oksigen setiap kali proses kalsinasi. Ukuran partikel serbuk semakin halus dengan makin lamanya proses penggilingan dan proses kalsinasi.

Kata kunci: Karakterisasi, Hidroksitapatit, Tulang, Serbuk, Gigi.

PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya usia, tidak semua orang mampu mempertahankan organ tubuhnya. Salah satu organ tubuh yang sering rusak adalah gigi. Gigi kadangkala sering mengalami kerusakan lebih awal terutama bila pemeliharannya kurang baik. Sebagai gambaran, berdasarkan laporan dari Departemen Kesehatan Republik Indonesia tahun 2007, kehilangan gigi ditemukan pada

kelompok umur 45-54 tahun sebesar 1,8%, 55-64 tahun sebesar 5,9%, dan pada kelompok umur 65 tahun keatas, kehilangan gigi mencapai 17,6%, Kemenkes, (2012). Bagi penderita kehilangan gigi atau mengalami kerusakan gigi hanya bisa diganti dengan gigi tiruan.

Gigi tiruan adalah untuk memperbaiki atau mengembalikan fungsi efisiensi pengunyahan, meningkatkan pengucapan dan memperbaiki estetika. Gigi tiruan yang baik dapat bertahan

ditempatnya selama mungkin dan dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Secara umum gigi tiruan dapat dibedakan atas gigi tiruan cekat (*fixed denture*) dan gigi tiruan lepasan (*removable denture*), Elkavar, (2014). Penderita pada umumnya lebih nyaman menggunakan gigi tiruan cekat dibandingkan gigi tiruan lepasan karena proses adaptasinya yang lebih mudah dan lebih cepat, Nirwana (2003).

Sekarang ini, sudah tersedia berbagai bahan gigi palsu/gigi pengganti seperti serat kaca, keramik dan lain-lain. Tetapi harga bahan tersebut relatif lebih mahal karena diimpor dari luar negeri. Harga yang relatif mahal merupakan kendala sendiri bagi banyak pasien di Indonesia untuk mengganti gigi. Sebagai contoh, harga bahan untuk 1 buah gigi tiruan mencapai Rp. 285.000,-. Harga ini belum termasuk ongkos pemasangan dan jasa dokter gigi. Harga bahan baku gigi sebenarnya bisa diturunkan jika di olah dari limbah lokal. Salah satu limbah lokal yang tersedia melimpah adalah tulang sapi. Hal ini dimungkinkan karena tulang mengandung *Hydroxyte Apatite* (HA) yang cukup tinggi, yakni pada kisaran 30-65%, Sementara gigi manusia tersusun dari HA dengan jumlah mencapai 97%, Kusri (tt).

HA adalah senyawa calcium phosphate yang mengandung *hydroxide* dengan formula kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Bahan ini mulai banyak digunakan sebagai unsur pembentuk gigi tiruan dan aplikasi biomedik lainnya. HA yang diolah dari bahan alam akan lebih ramah lingkungan, persediaan banyak, dan biaya pengolahan lebih rendah. Sebagai gambaran, produksi daging sapi di Sumatera Barat adalah ± 23.543 ton/tahun, dari jumlah daging sapi tersebut jika diperkirakan untuk tulang sapi 1/3 dari daging sapi maka jumlah produksi tulang sapi yang ada di Propinsi Sumatera Barat adalah ± 7200 ton/tahun, Anonim (2014a).

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan HA dari tulang sapi dengan serangkaian proses mekanik dan mengkalsinasi serta mengkaraktirasi hasil menggunakan SEM dan EDX. Serbuk hasil olahan ini akan digunakan sebagai pencampur dan bahan pengganti material import dalam pembuatan gigi tiruan.

METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan serbuk HA dari

tulang sapi beberapa tahap proses telah dilakukan, Prosedur pembuatan sampel gigi pengganti diawali dari bahan baku (tulang sapi) dan melalui beberapa tahap proses. Tulang sapi yang digunakan adalah dari jenis lokal. Tulang diproses dengan serangkaian proses mekanik menjadi serbuk tulang. Tulang sapi dipotong-potong sepanjang 3-5 cm, kemudian dicuci/dibersihkan dan dikeringkan selanjutnya direbus ke dalam presto selama 3-4 jam yang gunanya untuk menghilangkan lemak, sisa protein dan sumsum. Proses selanjutnya dijemur atau dikeringkan untuk dihancurkan dengan menggunakan martil/palu dan selanjutnya di blender.

Hasil pengolahan dengan blender telah disaring/ diayak dengan menggunakan saringan teh. Untuk mendapatkan serbuk tulang yang lebih halus, hasil saringan/ayakan digiling lagi dengan menggunakan mesin *Planetary Ball Mill* bermerk *Fritsch*. Proses terakhir di kalsinasi atau dibakar dalam tanur listrik *Nabertherm* L9/11/SKM pada suhu 720°C hingga 800°C selama ± 150 menit, pembakaran serbuk tulang sapi dilakukan sebanyak 4 kali pembakaran dengan waktu yang sama yang bertujuan untuk menghilangkan senyawa organik dan menghasilkan komposisi hidroksiapatit (HA) yang lebih tinggi. Serbuk ini selanjutnya dikarakterisasi menggunakan Hitachi SN-3400N SEM Horiba EDX X-Act yang terpasang pada SEM.

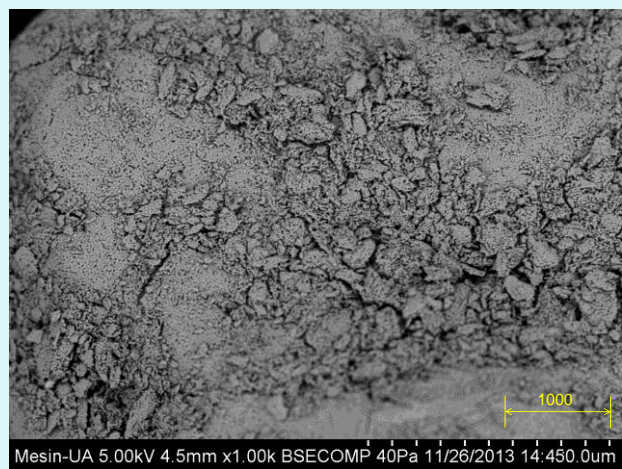
Setelah melalui beberapa proses diatas, kemudian serbuk tulang sapi diayak dengan mesin pengayak dengan kehalusan No. 60 ($250\mu\text{m}$), No.120 ($125\mu\text{m}$) dan No. 230 ($63\mu\text{m}$).

Serbuk yang sudah diayak dengan menggunakan mesin pengayak kemudian dicetak dengan menggunakan cetakan yang terbuat dari aluminium alloy, serbuk yang dicetak berupa tablet yang berukuran tebal 10mm dan diameter 10mm.

Pada proses cetakan, serbuk tulang sapi ditambah dengan bahan-bahan serbuk impor yaitu : *Self curing acrylic powder* dan *Self curing acrylic liquid*, ketiga bahan tersebut diaduk hingga merata kemudian dimasukkan kedalam cetakan dan ditekan dengan beban seberat 0,8 kg.

HASIL DAN PEMBAHASAN

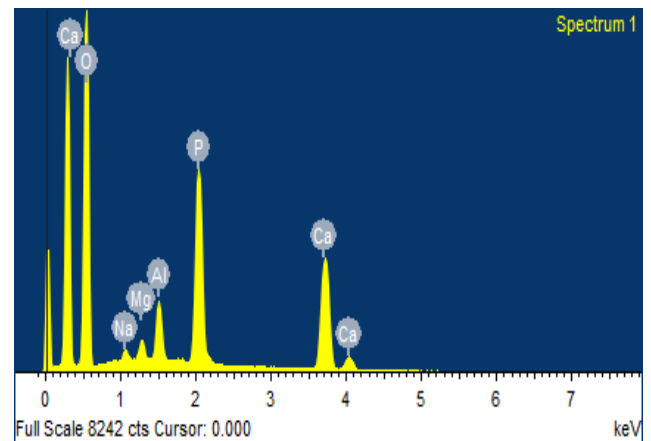
Hasil kalsinasi serbuk tulang sapi diamati dengan SEM seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengamatan alat uji SEM struktur mikro serbuk tulang sapi setelah 2 kali digiling ball mill dan 4 kali kalsinasi.

Dari hasil gambar diatas maka dapat dilihat bahwa butiran serbuk tulang sapi sudah menunjukkan ukuran 1 hingga 15 μm dengan distribusi ukuran yang cukup merata. Hasil diperoleh setelah 2 kali penggilingan serta 4 kali kalsinasi. Dengan bentuk yang bersudut dan ukuran bervariasi, ini sangat menguntungkan jika digunakan untuk bahan pembuat gigi. Saat dikompaksi, partikel-partikel halus dapat mengisi celah-celah partikel yang besar. Bentuk bersudut dan permukaan yang kasar sangat baik sehingga luas permukaan tinggi. Luar permukaan yang tinggi akan berkontak sempurna dengan pengikat resin.

Untuk mengetahui kuantitas HA (*Hydroxite Apatite*) berkadar kalsium tinggi telah diamati dengan menggunakan EDX (Energy Dispersive X-ray) yang terpasang pada SEM (*Scanning Electron Microscope*) dapat dilihat pada Gambar. 2, SEM diambil pada perbesaran 1000 Kali, kemudian gambar tersebut dicuplik ulang dengan detector pada EDX. Sebuah titik diamati untuk diketahui *spectrum* komposisi kimianya. Karakteristik *spectrum* unsur-unsur kimia diperlihatkan pada Gambar 2.



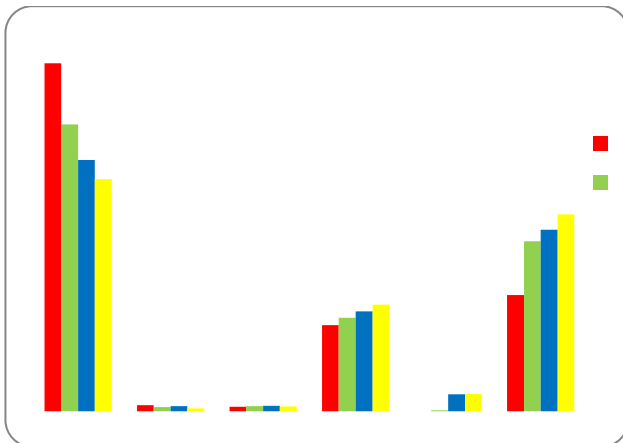
Gambar. 2. Spektrum HA

Terdapat beberapa unsur yang berhasil dideteksi yaitu *phosphor, kalsium, magnesium, Natrium dan Aluminium*. Kalkulasi dari *spectrum* yang diperoleh dapat diketahui komposisi kimia unsur-unsur yang terdapat pada serbuk tulang sapi olahan ini seperti di resumekan pada Tabel 1. Serbuk tulang sapi yang sudah digiling dan dikalsinasi beberapa kali mengandung *Hydroxite Apatite* (HA) yang cukup tinggi, yakni pada kisaran 30-65%.

Tabel 1. Komposisi kimia olahan serbuk Tulang sapi

| Element | Weight (%) | Atomic (%) |
|---------|------------|------------|
| O K | 41.35 | 60.82 |
| Na K | 0.53 | 0.54 |
| Mg K | 0.89 | 0.86 |
| Al K | 3.12 | 2.72 |
| P K | 19.04 | 14.47 |
| Ca K | 35.07 | 20.59 |
| Totals | 100.00 | 100.00 |

Karakterisasi setiap proses penggilingan dan proses kalsinasi diresumekan pada Gambar 3 : Grafik komposisi kimia dari HA dengan menggunakan alat uji EDX dan SEM, terdapat peningkatan yang bertahap dari kuantitas fosfor dan kalsium setiap proses kalsinasi. Untuk kalsium, peningkatan kuantitas adalah sebesar 5 hingga 10 persen dibanding hasil kalsinasi dan penggilingan sebelumnya. Sedangkan untuk fosfor, peningkatan kuantitas setiap proses tidak begitu besar yaitu hanya 1 hingga 2 persen. Peningkatan kuantitas ini diikuti oleh penurunan kuantitas bahan organik yang diwakilkan oleh oksigen (pembentuk organik molekul bersama karbon dimana karbon disini tidak ditampilkan.)



■ = Serbuk 1. ■ = Serbuk 2,
■ = Serbuk 3. ■ = Serbuk 4.

Gambar 3. Komposisi kimia dari HA dengan menggunakan alat uji EDX dan SEM.

Serbuk olahan tulang sapi ini telah dicetak menjadi sampel gigi. Beberapa variasi telah berhasil dicetak. Komposisi 50% hingga 90% tulang sapi telah berhasil dicampur dengan serbuk zirkonia (*self curing Acrylic powder*) 10% hingga 50%. Diperlukan pengujian lanjut terhadap karakteristik sampel gigi tersebut seperti berat, warna, ketahanan cairan, kekerasan, dan biokompatibilitasnya dengan jaringan hidup.

Beberapa sampel telah berhasil dicetak dengan menggunakan cetakan yang terbuat dari *Aluminium Alloy* dengan tebal cetakan 10 mm dan diameter dalam untuk cetakan sampel 10 mm, seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Cetakan paduan aluminium

Sampel-sampel yang telah selesai dicetak kemudian dilakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan mesin alat uji (*Shimadzu*

Micro Hardness Tester Type-M).

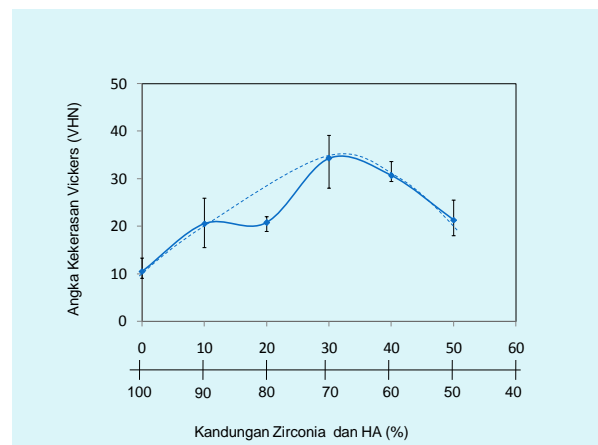
Pada Tabel 2. Tabel hasil Pengujian kekerasan (VHN) dapat dilihat pada tabel hasil dari masing-masing sampel yang telah dilakukan Pengujian kekerasan (Sampel 1 hingga sampel 6) masing-masing sampel dilakukan 5 kali pengujian dan pada sampel 4 (Pengujian ke 4) dapat diketahui campuran serbuk tulang sapi 70% dan serbuk zirkonia 30 % dengan hasil pengujian kekerasan berkisar 39,1 VHN.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan (VHN)

Satuan : VHN

| Pengujian ke- | Sampel 1 STS 100% | Sampel 2 STS 90% | Sampel 3 STS 80% | Sampel 4 STS 70% | Sampel 5 STS 60% | Sampel 6 STS 50% |
|---------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 9.05 | 25.9 | 22.0 | 35.2 | 30.0 | 20,5 |
| 2 | 10.0 | 24.9 | 21.8 | 31.8 | 33.6 | 25,5 |
| 3 | 13.3 | 18.0 | 19.9 | 28.0 | 29.7 | 21.3 |
| 4 | 10.8 | 18.4 | 18.9 | 39.1 | 29.4 | 21.2 |
| 5 | 9.36 | 15.5 | 21.3 | 37.4 | 30.6 | 18.0 |

Dari hasil Pengujian kekerasan terhadap sampel tersebut dapat juga diketahui pada grafik pengaruh kandungan zirkonia pada komposit serbuk tulang sapi. seperti pada gambar 5 : Grafik Pengaruh kandungan Zirkonia pada komposit serbuk tulang sapi, pada grafik ini diketahui bahwa hasil sampel 4 pada (serbuk tulang sapi 70% dan serbuk zirkonia 30%) dengan hasil tertinggi 39,1 VHN lebih keras dibandingkan dengan sampel-sampel lainnya, seperti gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Kandungan Zirkonia pada komposit serbuk tulang sapi.

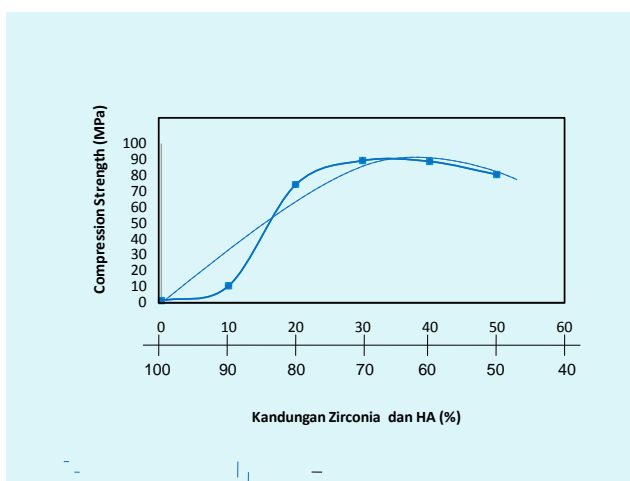
Setelah mendapatkan hasil Pengujian kekerasan dari sampel-sampel serbuk tulang sapi yang telah dicetak selanjutnya sampel-sampel tersebut dilakukan pengujian tekan dengan menggunakan mesin *Com-Ten Testing machine*, maka didapatkan hasil Pengujian sampel 4 (serbuk tulang sapi 70% + serbuk zirconia 30%) dengan hasil *Compression Strenght* 89,11 MPa dan *Compression Modulus* 625,96 MPa, seperti pada Tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Pengujian Tekan

| PENGUJIAN | COMP. STRENGTH (MPa) | COMP. MODULUS (MPa) |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| Sampel 1 (STS 100 % tanpa SZr) | 0.95 | 35.90 |
| Sampel 2 (STS 90 % + SZr 10 %) | 10.30 | 94.77 |
| Sampel 3 (STS 80 % + SZr 20 %) | 74.00 | 613.19 |
| Sampel 4 (STS 70 % + SZr 30 %) | 89.11 | 625.96 |
| Sampel 5 (STS 60 % + SZr 40 %) | 88.56 | 511.73 |
| Sampel 6 (STS 50 % + SZr 50 %) | 80.32 | 887.67 |

Tabel 3. Hasil Pengujian Tekan (MPa)

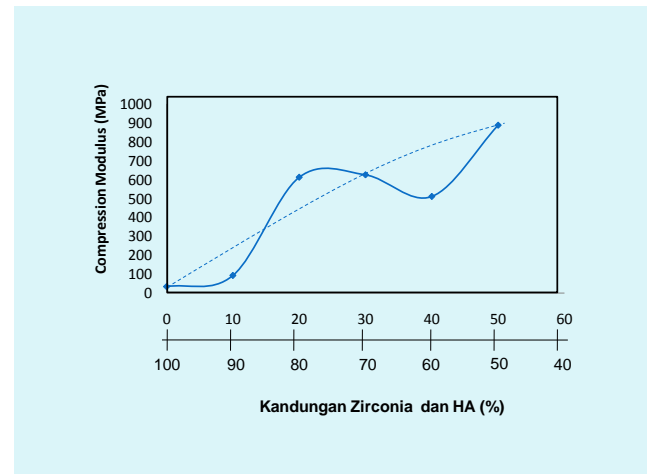
Dari gambar 6 Grafik Pengaruh kandungan Zirconia pada komposit serbuk tulang sapi terhadap *Compression Strenght* dapat diketahui sampel 4 (serbuk tulang sapi 70% + serbuk zirconia 30%) dengan hasil *Compression Strenght* 89,11 MPa, seperti pada gambar 6 dibawah ini :



Gambar 6. Kandungan Zirconia pada komposit

serbuk tulang sapi terhadap *Compression Strenght*

Dari gambar 7 terlihat pengaruh kandungan Zirconia pada komposit serbuk tulang sapi terhadap *Compression Modulus*. dapat diketahui pada sampel 4 (serbuk tulang sapi 70% + serbuk zirconia 30%) dengan hasil *Compression Modulus* 625,96 MPa, seperti pada gambar 7 :



Gambar 7. Kandungan Zirconia pada komposit serbuk tulang sapi terhadap *Compression Modulus*.

SIMPULAN

Melalui penelitian ini telah berhasil dibuat serbuk olahan tulang sapi sebagai bahan pembuat gigi dengan kandung HA 35% hingga 65%. Kandungan HA setinggi ini hanya bisa diperoleh setelah dua kali penggilingan akhir dengan ball mill dan 4 kali proses kalsinasi. Ini merupakan potensi yang cukup besar sebagai bahan pengganti bahan impor dalam membuat gigi tiruan.

Serbuk olahan ini juga telah dicoba sebagai bahan baku yang dicampur dengan serbuk zirkonia pada berbagai komposisi pada pencetakan sampel gigi. Penelitian ini masih berlanjut pada tahap pengujian sifat mekanik dan fisik sampel gigi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian induk tentang bahan implan yang dibiayai melalui hibah Penelitian Dosen melibatkan mahasiswa pascasarjana S2/S3 dan BOPTN UNAND 2015.

DAFTAR RUJUKAN

- Kemenkes RI ajak masyarakat lakukan pencegahan osteoporosis, Jakarta, 12 Oktober 2012
<http://www.depkes.go.id/index.php?vw=2&id=2083> (Diakses tgl. 12 Januari 2014, Jam 16.40 WIB)
- Elkaya A., 2014, Propertis of Hydroxyapatite from Bovine Teeth, Yehia Elshazly and Mariana Assaad, Chemical Engineering Departement, Faculty of engineering, Alexandria University, Alexandria 21544, Egypt Engineering Departement, Bibliotheca, Chatby-Alexandria 21526, Egypt email: mariana assad@bibalex.org or yehiaelshazly@hotmail.com (Diakses tgl 14 Januari 2014, Jam 20.15 WIB)
- Nirwana I., 2003, Bagian Ilmu Material dan teknologi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Airlangga, Surabaya – Indonesia.
- Kusrini E., Pudjiastuti A.R, Astutiningsih S., Haryanto S., (tt), Preparation of Hydroxyapatite from Bovine Bone by Combination Methods of Ultrasonic and Spray Drying.
- Anonim, 2014a, www.audidental.com/berbagai-jenis-gigi-palsu (diakses tgl. 22 Januari 2014, Jam 21.04 WIB).